

**PATENT APPLICATION**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Takua NAKAMURA

Application No.: 10/080,712

Filed: February 25, 2002

Docket No.: 111856

For: METHOD FOR ASSESSING IRRADIATION INTENSITY OF A LASER BEAM, AN  
APPARATUS FOR ASSESSING IRRADIATION INTENSITY USED UNDER THIS  
METHOD, AND A LASER BEAM IRRADIATION SYSTEM



RECEIVED  
APR 11 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2002

*L. Parke*  
*5-17-03*  
*#3/Priority*  
*Papers*

**CLAIM FOR PRIORITY**

Director of the U.S. Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2001-055771 filed February 28, 2001.

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

  X   is filed herewith.

           was filed on            in Parent Application No.            filed           .

           will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff  
Registration No. 27,075

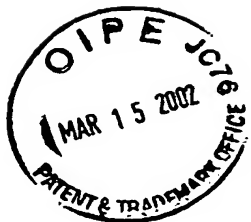
Thomas J. Pardini  
Registration No. 30,411

RECEIVED  
MAY 14 2002  
EC 2800 MAIL ROOM

JAO:TJP/zmc  
Date: March 15, 2002

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
P.O. Box 19928  
Alexandria, Virginia 22320  
Telephone: (703) 836-6400

DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION  
Please grant any extension  
necessary for entry;  
Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-055771

出 願 人

Applicant(s):

株式会社ニデック

TC 2800 MAIL ROOM

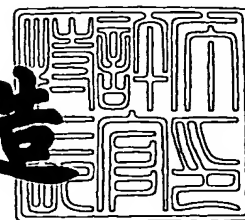
MAY 14 2002

RECEIVED

2001年 8月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3076130

【書類名】 特許願

【整理番号】 P10202107

【提出日】 平成13年 2月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4 番地 1 4 株式会社ニデッ  
ク拾石工場内

【氏名】 中村 拓亜

【特許出願人】

【識別番号】 000135184

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市栄町7 番9 号

【氏名又は名称】 株式会社ニデック

【代表者】 小澤 秀雄

【電話番号】 0533-67-6611

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 056535

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザビームの照射強度評価方法及びこれを利用した照射強度評価装置、並びにレーザビーム照射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照射対象物に照射するレーザビームの照射強度評価方法において、所定の照明光を投光したときにその透過光の光量がレーザビームの照射エネルギー密度に応じて変化する基材に、レーザビームを照射する照射段階と、レーザビームが照射された前記基材に対して前記照明光を投光し、その透過光の光量変化により形成される濃淡画像を得る画像形成段階と、該得られた濃淡画像に基づいて前記基材の変化状態を解析する段階とを備え、前記基材の変化状態の解析結果からレーザビームの照射強度分布を評価することを特徴とするレーザビームの照射強度評価方法。

【請求項 2】 請求項 1 のレーザビームの照射強度評価方法において、前記基材はフィルムであり、前記照射段階は前記フィルムに異なった照射条件で複数個の照射サンプルを作成するようにレーザ照射する段階であり、前記解析段階は複数個の照射サンプルが形成された濃淡画像の輝度分布データに基づき各照射サンプルの輝度傾斜情報を求めた後、該輝度傾斜情報と各照射サンプルを作成したときの照射条件との関係に基づいて変化状態を解析することを特徴とするレーザビームの照射強度評価方法。

【請求項 3】 請求項 1 のレーザビームの照射強度評価方法において、前記画像形成段階はイメージスキャナを使用したことを特徴とするレーザビームの照射強度評価方法。

【請求項 4】 請求項 1 のレーザビームの照射強度評価方法において、前記基材はレーザビームの照射により切除を引き起こすと共に前記照明光の透過光が切除深度に応じ変化する基材であり、前記解析段階は前記基材の切除形状を解析する段階であることを特徴とするレーザビームの照射強度評価方法。

【請求項 5】 レーザ光源からのレーザビームを切除対象物に導光して照射するレーザビームの照射強度評価装置において、所定の照明光を投光したときにその透過光の光量がレーザビームの照射エネルギー密度に応じて変化する基材

と、レーザビームが照射された前記基材に対して前記照明光を投光し、その透過光の光量変化により形成される濃淡画像を得るイメージスキャナと、該イメージスキャナにより得られた濃淡画像に基づいて前記基材の状態変化を解析する解析手段とを備え、その解析結果からレーザビームの照射強度分布を評価することを特徴とするレーザビームの照射強度評価装置。

【請求項 6】 レーザビームを照射対象物に導光する導光光学系を持つレーザビーム照射装置において、前記導光光学系に配置されレーザビームを照射対象物上で走査するレーザ走査手段と、レーザビームの照射により状態変化を引き起こすと共に所定の照明光を投光したときにその透過光の光量が照射エネルギー密度に応じて変化する基材と、レーザビームが照射された前記基材に対して前記照明光を投光し、その透過光の光量変化により形成される濃淡画像を得るイメージスキャナと、該イメージスキャナにより得られた濃淡画像に基づいて前記基材の変化状態を解析する解析手段と、該解析結果に基づいて照射対象物を所期する変化状態にするように装置の制御データを求める制御データ決定手段と、を備えることを特徴とするレーザビーム照射装置。

【請求項 7】 請求項 6 のレーザビーム照射装置において、前記導光光学系にはレーザビームを照射対象物上で走査するレーザ走査手段が配置され、前記制御データは前記レーザ走査手段の制御データとしたことを特徴とするレーザビーム照射装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、照射対象物に導光するレーザビームの照射強度を評価する方法、これを利用した照射強度評価装置、並びにレーザビーム照射装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来技術】

レーザビームは治療や加工用として様々な分野で用いられている。例えば、眼科分野では、エキシマレーザ光により患者眼角膜の上皮や実質を切除（アブレーション）することにより、角膜の曲率を変化させて近視等の屈折異常を矯正した

り、角膜表層の病変部を切除するレーザー装置が知られている。この種のレーザー装置では、レーザー照射対象物上で略均一な深度の切除を行えるように制御することが重要とされる。本出願人も略均一な切除を可能にするために、切除領域内のレーザー照射密度を変化させるように構成したレーザー装置を特開平2000-279440号公報において提案している。

#### 【0003】

ところで、レーザー装置を製造時に略均一な切除が可能なように調整したとしても、レーザー装置の設置現場で各光学素子の取付け作業を行うと、光軸の微妙なアライメント調整の影響を受け、切除深度形状が変動する。また、導光光学系に配置される光学素子の経年変化による劣化によっても、照射対象物上での切除深度形状が変動する。このため、レーザー装置の設置現場においても、実際に加工対象物にレーザー照射する前に、評価用の基準物にレーザー照射し、その切除深度形状を評価してレーザービームの照射強度を調整することが必要になる。

#### 【0004】

従来、切除深度形状を検査する方法としては、簡易的には、透明なPMMA（ポリメチルメタクリレート）板にある条件でレーザー照射した後に、そのPMMA板の屈折変化をレンズメータで読みとることで行われていた。また、切除したPMMA板を三次元形状解析装置で解析することで切除深度形状の詳細でデータを得ていた。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、レンズメータを用いた検査は、レーザー装置を設置した現場においても比較的簡単に測定ができるが、切除深度形状の概略を知るに過ぎず、詳細な形状を得ることはできなかった。

#### 【0006】

一方、三次元形状解析装置を用いる場合、その解析装置は大掛かりで高価であり、可搬性も低いため、レーザー装置の設置現場での使用が困難なこともある。

#### 【0007】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、比較的簡易な構成で、レーザービーム

の照射強度の状態を精度良く知ることができる照射強度評価法、これを利用した装置を提供することを技術課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【0009】

(1) 照射対象物に照射するレーザービームの照射強度評価方法において、所定の照明光を投光したときにその透過光の光量がレーザービームの照射エネルギー密度に応じて変化する基材に、レーザービームを照射する照射段階と、レーザービームが照射された前記基材に対して前記照明光を投光し、その透過光の光量変化により形成される濃淡画像を得る画像形成段階と、該得られた濃淡画像に基づいて前記基材の変化状態を解析する段階とを備え、前記基材の変化状態の解析結果からレーザービームの照射強度分布を評価することを特徴とする。

【0010】

(2) (1) のレーザービームの照射強度評価方法において、前記基材はフィルムであり、前記照射段階は前記フィルムに異なった照射条件で複数個の照射サンプルを作成するようにレーザー照射する段階であり、前記解析段階は複数個の照射サンプルが形成された濃淡画像の輝度分布データに基づき各照射サンプルの輝度傾斜情報を求めた後、該輝度傾斜情報と各照射サンプルを作成したときの照射条件との関係に基づいて変化状態を解析することを特徴とする。

【0011】

(3) (1) のレーザービームの照射強度評価方法において、前記画像形成段階はイメージスキャナを使用したことを特徴とする。

【0012】

(4) (1) のレーザービームの照射強度評価方法において、前記基材はレーザービームの照射により切除を引き起こすと共に前記照明光の透過光が切除深度に応じ変化する基材であり、前記解析段階は前記基材の切除形状を解析する段階であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

(5) レーザ光源からのレーザビームを切除対象物に導光して照射するレーザビームの照射強度評価装置において、所定の照明光を投光したときにその透過光の光量がレーザビームの照射エネルギー密度に応じて変化する基材と、レーザビームが照射された前記基材に対して前記照明光を投光し、その透過光の光量変化により形成される濃淡画像を得るイメージスキャナと、該イメージスキャナにより得られた濃淡画像に基づいて前記基材の状態変化を解析する解析手段とを備え、その解析結果からレーザビームの照射強度分布を評価することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

(6) レーザビームを照射対象物に導光する導光光学系を持つレーザビーム照射装置において、前記導光光学系に配置されレーザビームを照射対象物上で走査するレーザ走査手段と、レーザビームの照射により状態変化を引き起こすと共に所定の照明光を投光したときにその透過光の光量が照射エネルギー密度に応じて変化する基材と、レーザビームが照射された前記基材に対して前記照明光を投光し、その透過光の光量変化により形成される濃淡画像を得るイメージスキャナと、該イメージスキャナにより得られた濃淡画像に基づいて前記基材の変化状態を解析する解析手段と、該解析結果に基づいて照射対象物を所期する変化状態にするように装置の制御データを求める制御データ決定手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

(7) (6) のレーザビーム照射装置において、前記導光光学系にはレーザビームを照射対象物上で走査するレーザ走査手段が配置され、前記制御データは前記レーザ走査手段の制御データとしたことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明に係るレーザ照射装置システムの概略構成を示す図である。

【 0 0 1 7 】



1 はレーザ装置であり、エキシマレーザ光により角膜を切除する角膜切除用レーザ装置である。10 はレーザ照射強度を評価する基材としての現像済み未感光ポジフィルムである。エキシマレーザ光の照射強度評価用の基材としては、エキシマレーザ光により切除を引き起こし、照射されるレーザビームのエネルギー密度分布状態の相違により濃淡変化を起こすものを使用する。すなわち、所定の照明光を投光したときにその透過光の光量がレーザビームの照射エネルギー密度に応じて変化する基材を使用し、それはフィルム状のものが好ましい。本実施形態では、レーザ装置1 が設置される医療施設でも容易に入手できるように、写真用に市販されているポジフィルム10 を基材として使用しており、これは切除深度に応じて濃淡変化を起こす。11 はポジフィルム10 を載置する固定台であり、レーザ照射中にポジフィルム10 を安定して保持できれば、その構成は特に問わない。ポジフィルム10 は適当なサイズにカットした後、写真スライドに用いるマウント12 に取付け、固定台11 に載置すると良い。

## 【0018】

20 はポジフィルム10 の濃淡変化を読み取るイメージスキャナである。イメージスキャナ20 は、所定位置に配置されたポジフィルム10 を照明する光源21 と、ポジフィルム10 を透過した光をレンズ22 を介して撮像するCCD（撮像素子）23 と、撮像した濃淡画像を記憶する画像メモリ25、イメージスキャナ20 の作動を制御する制御部26 を備える。このイメージスキャナ20 も、ポジフィルム10 の撮影像を読み取るために市販されているものを使用できる。

## 【0019】

30 はイメージスキャナ20 と接続された解析装置であり、市販のパーソナルコンピュータを使用できる。解析装置20 はイメージスキャナ20 側で得られたポジフィルム10 の画像を基にその濃淡変化を解析するプログラムを持つ。また、解析装置20 はレーザ装置1 側の制御部120 と接続されており、制御部120 は解析装置20 からの解析結果を基にレーザ照射の制御データを得る。

## 【0020】

図2 は、レーザ装置1 の光学系及び制御系概略図である。101 はレーザ光を患者眼角膜へ導光して照射するための導光光学系である。102 は波長193nm

mのエキシマレーザ（A r Fレーザ）光をパルス発振によって出射するレーザ光源である。レーザ光源 1 0 2 から出射されるレーザ光のビーム垂直断面は矩形形状であり、そのエネルギー強度分布は断面長手方向（X軸方向）では略均一な分布 F（W）であり、それに直交する方向（Y軸方向）ではガウシアン分布 F（H）となっている（図 3 参照）。

#### 【 0 0 2 1 】

1 0 3, 1 0 4 は平面ミラーであり、光源 1 0 2 から水平に出射されたレーザ光はミラー 1 0 3 によって上方に 9 0° 偏向され、ミラー 1 0 4 によって再び水平に 9 0° 偏向される。また、ミラー 1 0 4 は移動装置 1 2 1 によって図 2 中の矢印方向に平行移動され、レーザ光をガウシアン分布方向へ走査する。

#### 【 0 0 2 2 】

1 0 5 は導光光学系 1 0 1 の主光軸 L 1 を中心にミラー 1 0 4 によるレーザ光の走査方向を回転させるイメージローテータであり、イメージローテータ 1 0 5 は回転装置 1 2 2 によって一定速度で一定方向に回転される。

#### 【 0 0 2 3 】

1 0 6 はレーザ光による照射領域を限定するためのアパーチャであり、その開口径は可変装置 1 2 3 によって変化される。1 0 8 は導光光学系 1 0 1 の主光軸 L 1 と観察光学系 1 1 0 が持つ対物レンズ 1 1 1 の光軸 L 2 とを同軸にするダイクロイックミラーであり、ダイクロイックミラー 1 0 8 はエキシマレーザ光を反射し可視光を透過する。観察光学系 1 1 0 は対物レンズ 1 1 1, 双眼の顕微鏡部 1 1 3 等によって構成されており、これによって術者が患者眼 E や検査基準物 1 0 を観察することができる。また、観察光学系 1 1 0 には光軸 L 2 の軸方向（Z 軸方向）のアライメントを行うための 2 本のスリット指標を投影する指標投影光学系が配置されている（図示を略す）。

#### 【 0 0 2 4 】

1 2 0 は光源 2, 移動装置 1 2 1, 回転装置 1 2 2, 可変装置 1 2 3 等を制御する CPU 等の制御装置である。1 2 5 は照射径（照射領域）や切除深度（照射量）などの手術条件を入力するための入力装置である。1 2 6 はレーザ照射のためのトリガ信号を発信するフットスイッチである。

## 【 0 0 2 5 】

このレーザ装置 1 において、照射対象物を略均一な深度で切除する場合の方法を説明する。

## 【 0 0 2 6 】

ミラー 1 0 4 を図 2 中の矢印方向に平行移動させ、レーザ光源 1 0 2 からのレーザパルスの繰返し周波数を踏まえた速度で、レーザ光をガウシアン分布方向へ走査する。ミラー 1 0 4 はレーザパルスに同期させて移動する。ある移動位置で 1 パルス又は数パルス照射後に平面ミラーを次の位置に移動させ、再び 1 パルス又は数パルス照射後にミラー 1 0 4 を移動する。この動作をアパーチャ 1 0 6 で制限される照射領域の一端から他端まで繰り返し、レーザパルスを重ね合わせる。そして、1 スキャン毎に所定角度ずつ走査方向を変える。この重ね合わせの走査方向は、放射状に分散するようにすることが好ましい。

## 【 0 0 2 7 】

このようなレーザ照射において、各スキャンにおけるミラー 1 0 4 の移動速度（移動量）を適切に制御することにより、照射対象物上での重ね合わせの照射強度を変化させることができる。このため、照射対象物へのレーザ導光の途中でレーザの照射強度を変化させる要因がある場合にも、照射対象物を略均一な深度で切除することが可能となる（このレーザ照射の方法の詳細については、本出願人による特開平 2 0 0 0 - 2 7 9 4 4 0 号公報を参照されたい）。

## 【 0 0 2 8 】

ところで、レーザ装置 1 を製造時に上記のように略均一な切除が可能なように調整したとしても、レーザ装置 1 の設置現場で各光学素子の取付け作業を行ったり、光学素子の経年変化による劣化（特に光学系の反射ミラーは中心部での劣化が早い）、等の要因により照射対象物上での切除深度が変動する。このため、レーザ装置 1 での設置現場においても、実際に加工対象である角膜を切除する前に、予めレーザ照射強度を評価し、その結果に基づいてミラー 1 0 4 の移動速度の制御データを定めるようにする。

## 【 0 0 2 9 】

次に、上記のような構成のシステムにおいて、レーザビームの照射強度分布の

評価方法を、以下に説明する（図 4 参照）。

【 0 0 3 0 】

まず、レーザ装置 1 により、予め用意したポジフィルム 1 0 を所定の条件でレーザ照射を行い、照射サンプルを作成する。なお、ポジフィルム 1 0 はレーザ照射量の変化に対して、濃淡変化が比例関係にない部分があるので、評価用の基材としてポジフィルム 1 0 を使用する場合には、異なった照射量の複数の評価サンプルを作成する。

【 0 0 3 1 】

照射サンプルの作成に当たり、レーザ照射条件を入力装置 2 5 によって入力する。本実施形態では、前述したスキャン方向を順次変えていくミラー 1 0 4 の総スキャン数を 2 8 ～ 3 5 スキャンまで 1 スキャンずつ変化させることで、1 つのポジフィルム 1 0 に照射量の異なるサンプルを 8 個作成する。

【 0 0 3 2 】

固定台 1 1 に載置したポジフィルム 1 0 を観察光学系 1 1 0 で観察してアライメントを行った後にレーザ光を照射し、図 5 に示すように、1 つ目のサンプル 2 0 1 を作成する。次のサンプルに対するレーザ照射条件を入力後、ポジフィルム 1 0 又はレーザ装置 1 の光学系を移動して、ポジフィルム 1 0 上の異なる場所に 2 つ目のサンプル 2 0 2 を作成する。以後、同様にしてサンプル 2 0 3 ～ 2 0 8 をポジフィルム 1 0 に作成する。

【 0 0 3 3 】

目視により各サンプル 2 0 1 ～ 2 0 8 の切除状態を確認する。目視の確認で照射部分の重なりや均一度等の異常がなければ、ポジフィルム 1 0 をイメージスキャナ 2 0 の図示なき挿入口から挿入し、8 個のサンプル 2 0 1 ～ 2 0 8 の画像を一括してイメージスキャナ 2 0 で取り込む。CCD 2 3 に撮像された画像はメモリ 2 5 に記憶される。次に、解析装置 3 0 を操作してメモリ 2 5 に記憶された画像を解析装置 3 0 側に読み出し、解析プログラムによりポジフィルム 1 0 の変化状態、すなわち、ここでは切除深度分布を解析する。

【 0 0 3 4 】

切除深度分布の解析について説明する（図 6 参照）。

## 【0035】

＜ステップ1＞ まず、8個のサンプル201～208を一括して取り込んだ画像全体の輝度分布データを得る。サンプル201～208は個々に取り込んで良いが、輝度分布データを一括して解析するためと、各サンプルを同じ基準で解析するため、一括で取り込む方が好ましい。図7は輝度分布データを輝度ヒストグラムで示した図であり、横軸が輝度を示し、縦軸が画素数を示す。イメージスキャナ20で取り込む画像はRGBの3色カラー画像であるので、輝度は256階調×3としている。

## 【0036】

＜ステップ2＞ 輝度分布データにおいて、レーザ照射量増加に対して輝度の変化しない部分（不感帯）はサンプル数が多くなる。そこで輝度分布極大となる輝度部分Pを不感帯とし、この不感帯より高輝度側又は低輝度側で、適当な範囲の輝度領域を解析対象とする。図7に示した輝度ヒストグラムにおいては、不感帯より高輝度側の54階調分を解析対象としている。写真用のポジフィルム10は各感色層やフィルタ層が存在する層状構造となっており、照射量の変化に対して輝度が変わらない不感帯層が存在する。この不感帯部分を解析対象から外し、照射量の変化に対して輝度が変わる部分をできるだけ抽出する。なお、ゼロ輝度の近傍で輝度分布が極端に多いのは、非照射領域のデータであるので、これも解析から外す。

## 【0037】

＜ステップ3＞ また、取り込んだ画像全体から個々のサンプル201～208の解析対象領域を切り分ける。個々のサンプルの切り分けは、図7の輝度ヒストグラムにおいて、低輝度の近傍側で適当なスレッシュホールドレベルSを設けて二値化することにより行う。その後、各サンプルでの輝度重心を求め、これを個々のサンプルの中心位置とする。

## 【0038】

＜ステップ4＞ 各サンプルについて、それぞれ中心位置からの距離と輝度との相関関係を取り出し（図8参照）、ある単位距離（画像のドット数）に対する輝度傾斜を求める。このとき、各サンプルにおいて、距離に対する輝度は平均値

で計算する。この際、同一距離での輝度の偏差値が大きい場合には、装置コンディション不良と判断してメンテナンスの実施を指示する。また、切除深度分布の解析に当たっては、ある照射量、例えば、30 スキャン数で標準化するものとし、各サンプル毎の輝度傾斜は、 $[30 \text{ スキャン数} / \text{そのサンプルのスキャン数}]$  の係数を乗じて補正する。

## 【0039】

＜ステップ5＞ ステップ2で定めた輝度領域を解析対象とし、全サンプルから得られた輝度傾斜情報を繋ぎ合わせる。このとき、重複した部分については、輝度傾斜の絶対値が大きい方を用いる。1つのサンプルでは解析対象領域の全域の輝度傾斜情報を得ることが難しいが、複数のサンプルで得られたものを繋ぎ合わせるにより、全解析領域をカバーした輝度傾斜情報を得ることが可能となる。このためサンプル数は、解析領域の大きさ、切除深度分布の変化の大きさ、及び解析の輝度領域との関係で、その解析領域の輝度変化が得られる数とする。

## 【0040】

＜ステップ6＞ 全解析領域の輝度傾斜情報が得られたら、これを各距離で積分することにより、中心位置からの距離に対する相対的な輝度変化を求める。

## 【0041】

＜ステップ7＞ また、各サンプルから取り出した中心位置からの距離と輝度との相関関係（図7参照）から、照射量の変化（1 スキャン）に対する輝度変化の値Kを求める。これは次のように計算する。まず、解析対象の輝度領域で距離毎に1 スキャンの違いによる輝度変化を求める。例えば、図8において、ある距離Aで30 スキャンの輝度 $I_1$ と31 スキャンの輝度 $I_2$ が得られるので、距離Aでの1 スキャンの違いによる輝度変化 $= I_2 - I_1$ が求まる。そして、この計算を解析対象全域の各距離毎に行い、その平均値に標準偏差を加えた値を輝度変化の値Kとする。

## 【0042】

＜ステップ8＞ 切除深度分布解析の標準化を30 スキャンとしたので、輝度変化の値 $K \times 30$ により30 スキャンにおける輝度変化を求め、この値をステップ6で得られた相対的な輝度変化のオフセット値とする。これにより得られた値

を切除深度分布データとして扱う。

【 0 0 4 3 】

なお、評価用の基材として照射量の変化に対して濃淡変化が一定の関係を示す単一層の素材を用いる場合には、1個の照射サンプルを解析することでも切除深度分布データを得ることが可能である。この場合には、切除深度に対する濃淡変化の関係の基準データを予め得ておくことにより、切除深度の分布データが得られる。

【 0 0 4 4 】

もちろん、評価用の基材として単一層の素材を用いる場合においても、少なくとも照射量の異なる2つの照射サンプルがあれば、上記と同じ考え方で切除深度分布データを得ることができる。ただし、この場合には輝度分解能の高い画像取り込み装置を用いることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

以上のようにして得られた切除深度分布データが得られたら、その均一性が許容範囲内にあるか否かを確認する。これは解析装置30で行っても良い。切除深度分布データが均一でない場合は、解析した切除深度分布データをレーザ装置1の制御装置120に直接又は入力装置125を用いて入力する。制御装置120はミラー104の移動速度の制御データを、入力されたデータに基づいて算出する。すなわち、制御装置120は照射サンプル作成時におけるミラー104の移動速度の制御データに対し、照射中心位置からの距離に対する切除深度の変化率からミラー104の移動速度の変更データを求める。

【 0 0 4 6 】

制御装置120で制御データの計算が終了したら、再度、ポジフィルム10にレーザ光を照射して切除深度分布を評価し、照射エネルギーの均一性を確認する。

【 0 0 4 7 】

以上ではレーザ装置1の制御データをミラー104の移動速度としたが、これはレーザ光源102の出力自体を制御する方法、レーザ照射時間を制御する方法でも良い。また、以上のレーザ照射強度の評価は、照射対象物を略均一に切除す

る場合に限らず、他の形状についても行えることは言うまでもない。

【 0 0 4 8 】

また、以上の実施形態では照射対象物の切除を引き起こすレーザービームを例にとって説明したが、レーザービームの熱作用により凝固を引き起こすレーザービーム等、種々のレーザービームについても適用可能である。眼底凝固を行う波長のレーザービームの場合、凝固作用によって照明光の透過光量が変化する基材を用いて、その変化状態を解析すれば良い。

【 0 0 4 9 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、比較的簡易な構成で、レーザービームによる照射強度の状態を精度良く知ることができる。これにより、レーザー装置毎に生じる照射エネルギー密度分布のバラツキを抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態のレーザー照射装置システムの概略構成を示す図である。

【図 2】

実施形態のレーザー装置の光学系及び制御系概略図である。

【図 3】

エキシマレーザー光源から出射されるレーザービームのエネルギー強度分布を説明する図である。

【図 4】

照射強度分布の評価方法を説明するフローチャートである。

【図 5】

ポジフィルムに作成した照射サンプルを示す図である。

【図 6】

切除深度分布の解析のステップを説明するフローチャートである。

【図 7】

輝度分布データを輝度ヒストグラムで示した図である。

【図 8】



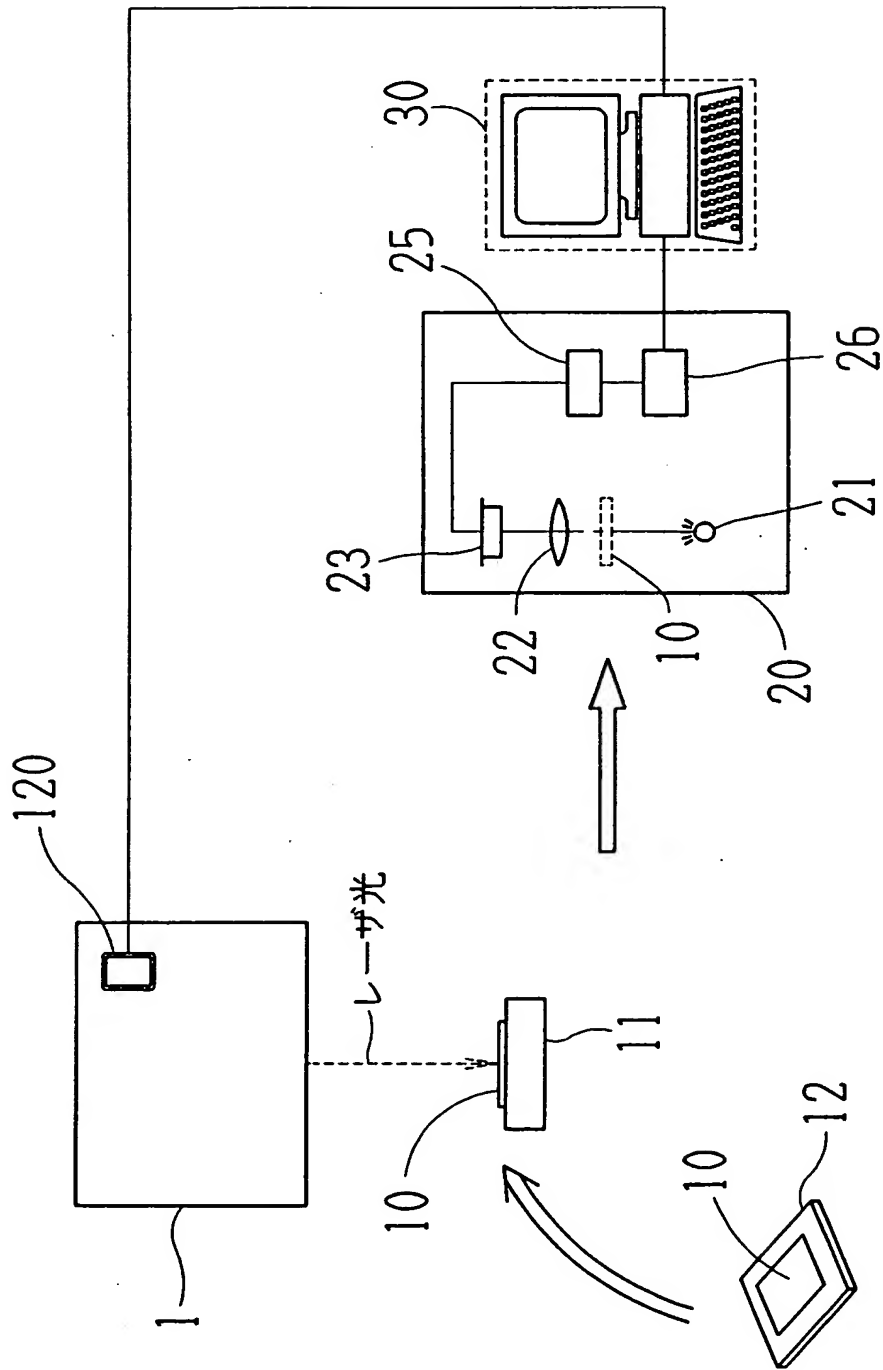
各照射サンプルについて、中心位置からの距離と輝度との相関関係を示した図である。

【符号の説明】

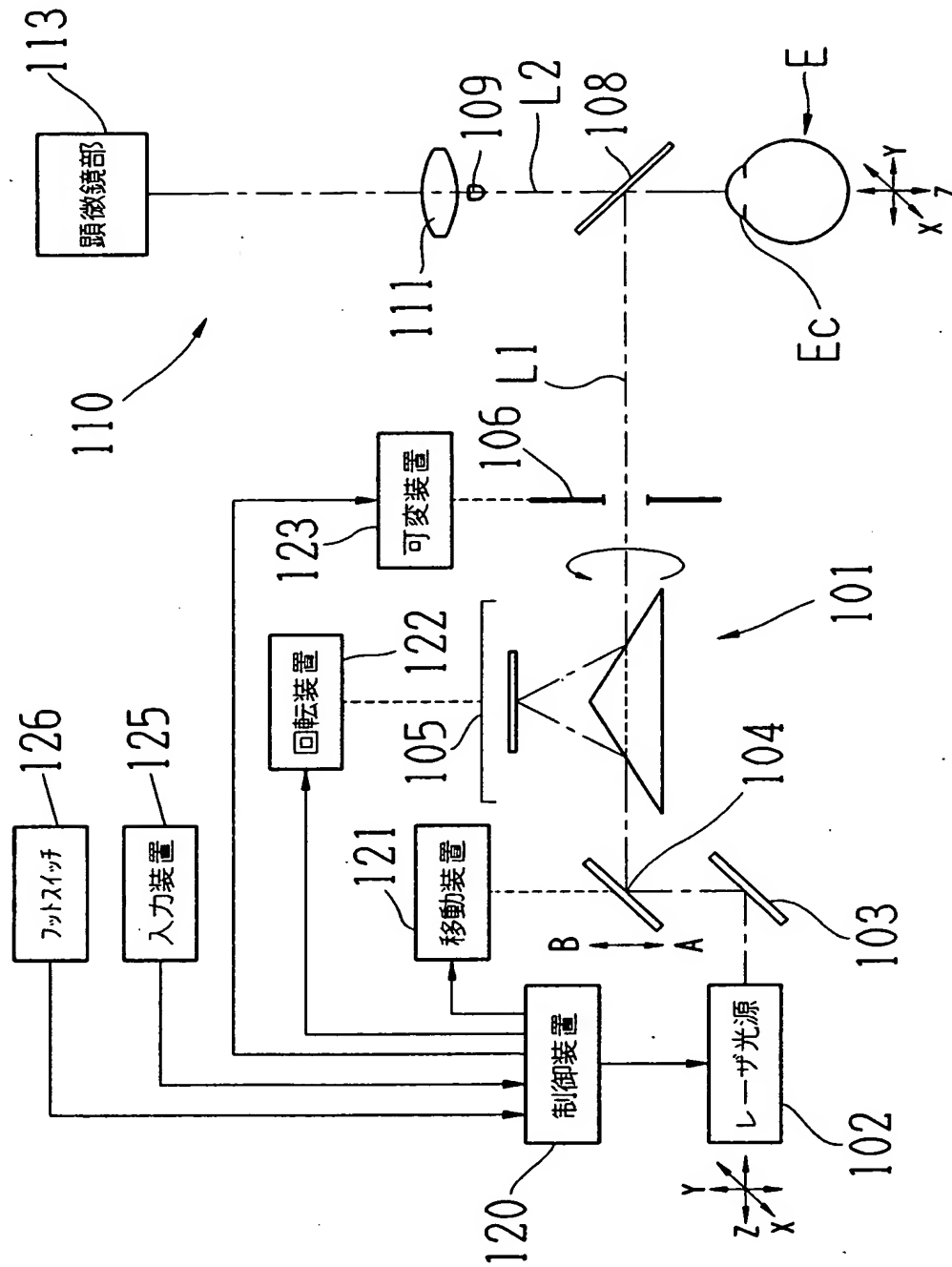
- 1 レーザ装置
  - 1 0 ポジフィルム
  - 2 0 イメージスキャナ
  - 3 0 解析装置
    - 1 0 1 導光光学系
    - 1 0 2 レーザ光源
    - 1 0 4 ミラー
    - 1 0 5 イメージローテータ
    - 1 0 6 アパーチャ
  - 1 2 0 制御装置
    - 1 2 1 移動装置
    - 1 2 2 回転装置

【書類名】 図面

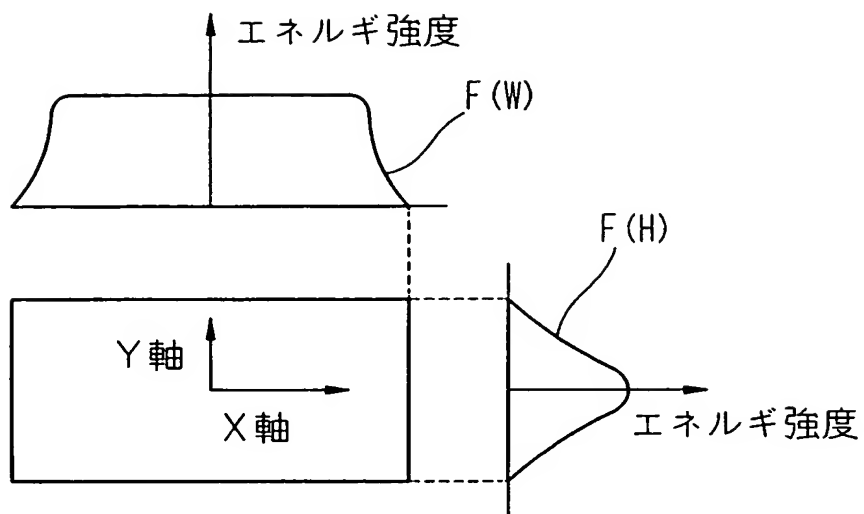
【図 1】



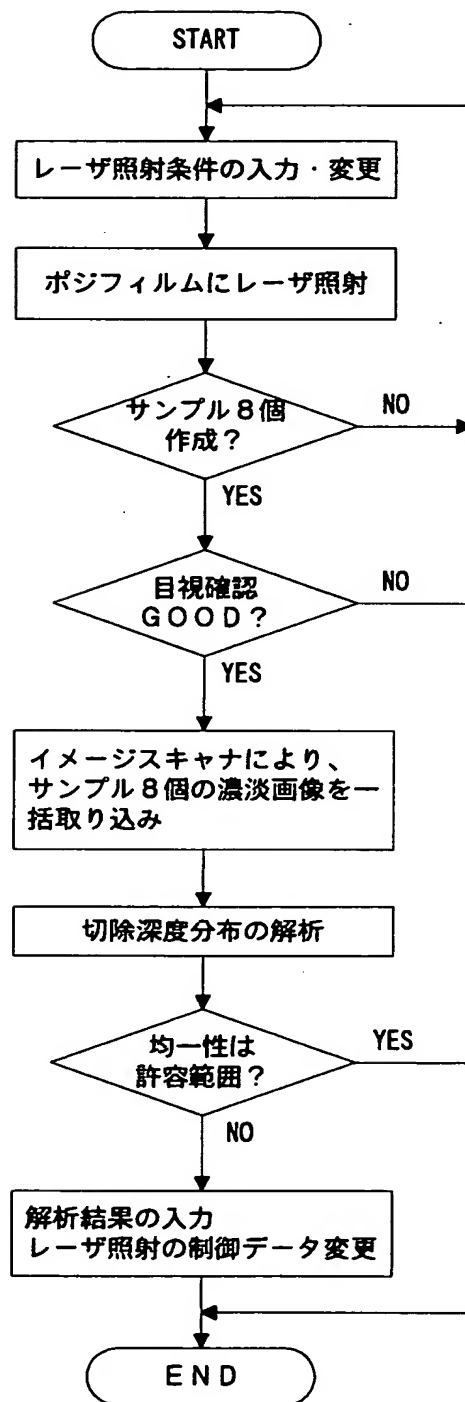
【図2】



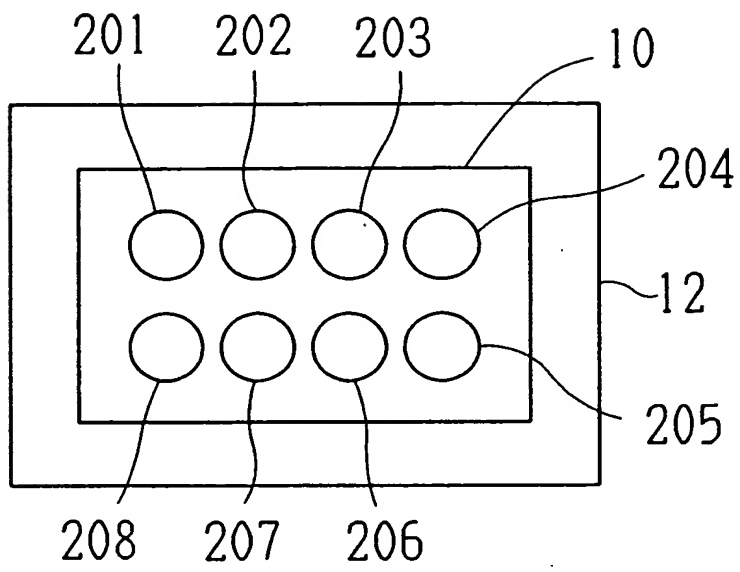
【図 3】



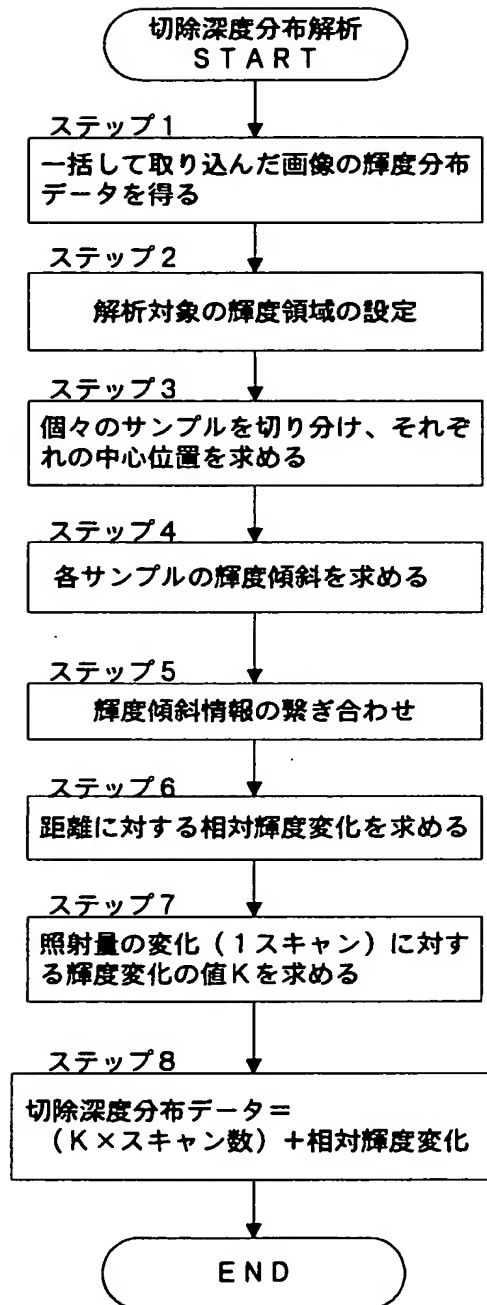
【図 4】



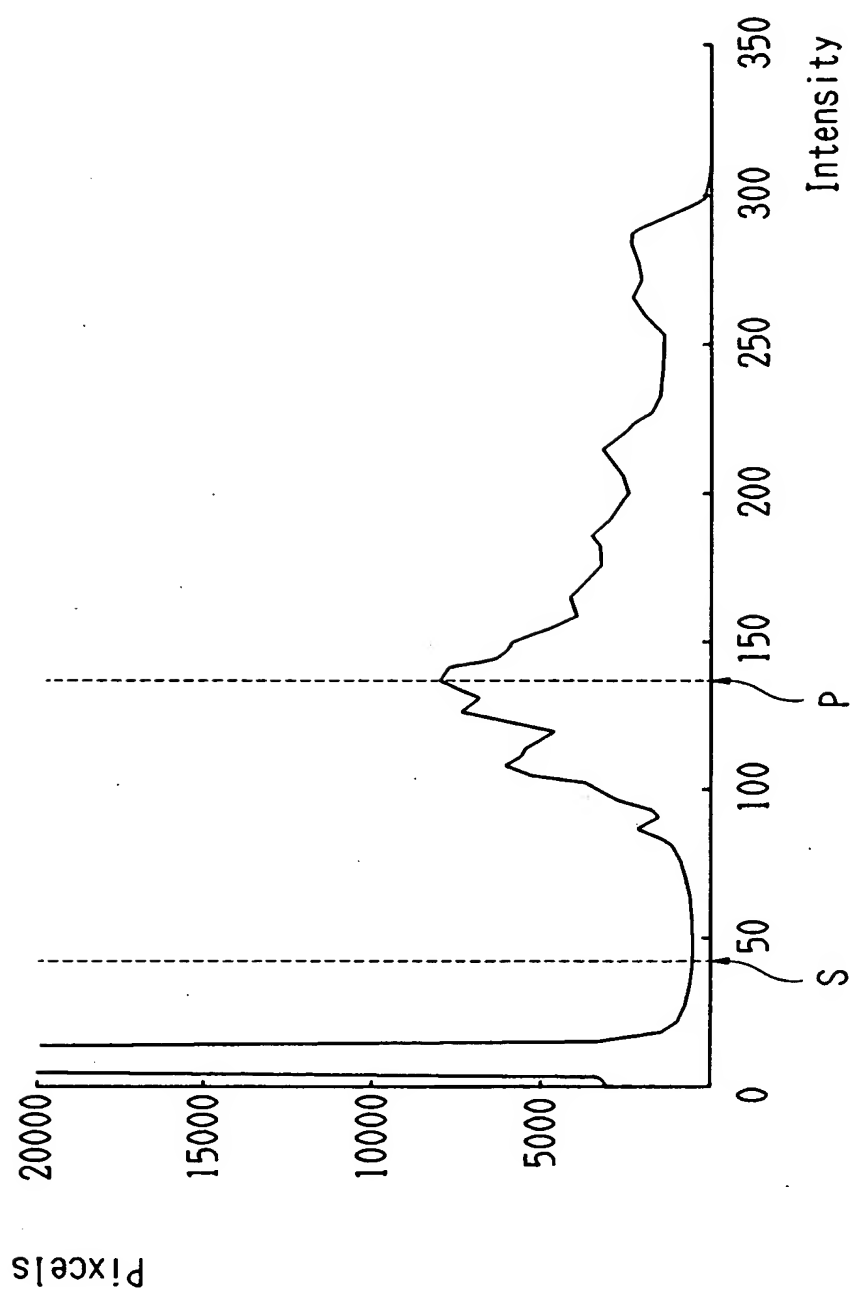
【図 5】



【図 6】

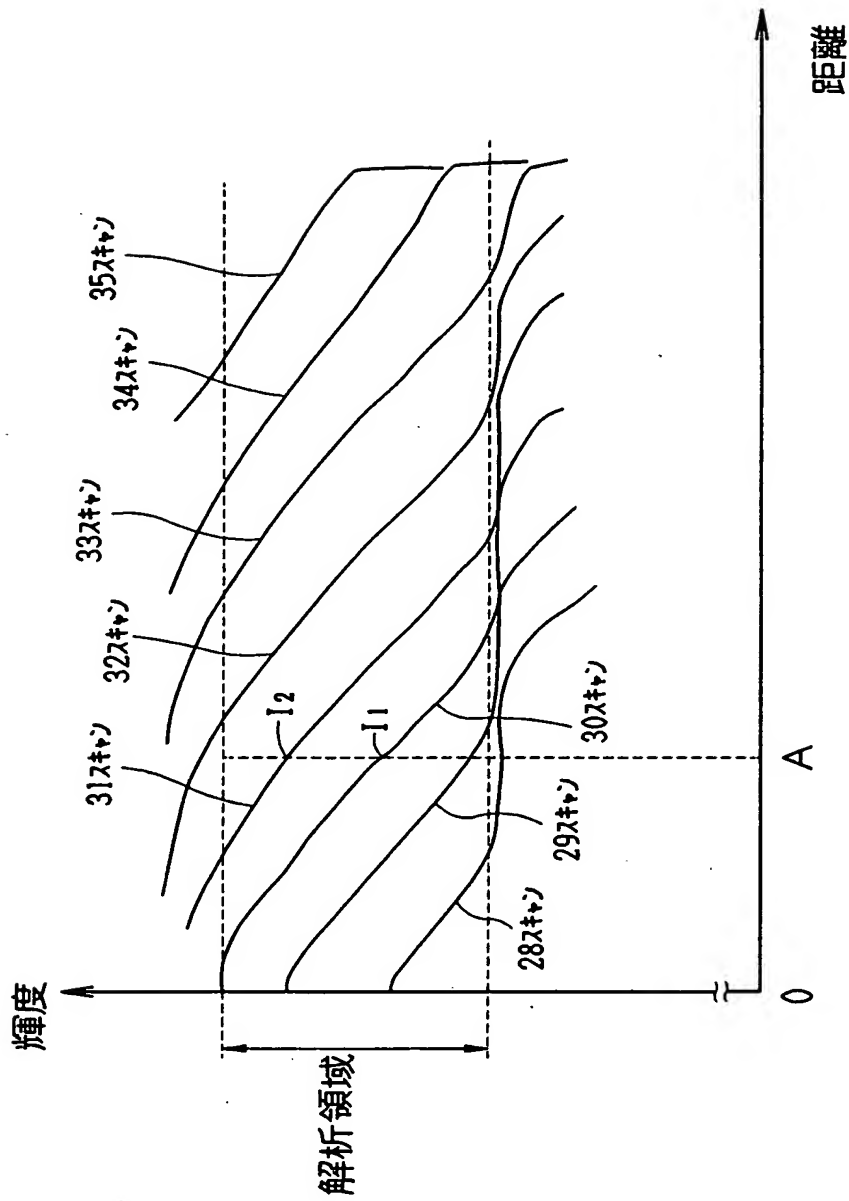


【図 7】





【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 比較的簡易な構成で、レーザービームの照射強度の状態を精度良く知る

。 【解決手段】 所定の照明光を投光したときにその透過光の光量がレーザービームの照射エネルギー密度に応じて変化する基材に、レーザービームを照射する照射段階と、レーザービームが照射された前記基材に対して前記照明光を投光し、その透過光の光量変化により形成される濃淡画像を得る画像形成段階と、該得られた濃淡画像に基づいて前記基材の変化状態を解析する段階とを備え、前記基材の変化状態の解析結果からレーザービームの照射強度分布を評価する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000135184]

1. 変更年月日 1990年 8月 7日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 愛知県蒲郡市栄町7番9号  
氏 名 株式会社ニデック